

## 明 細 書

## 電子写真用現像ローラおよびこれを用いた画像形成装置

## 技術分野

- [0001] 本発明は、電子写真方式によるプリンタ、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置に用いられる電子写真用現像ローラに関するものであり、特に、非磁性一成分非接触現像方式で用いられる電子写真用現像ローラおよびこれを用いた画像形成装置に関するものである。

## 背景技術

- [0002] 電子写真方式による画像形成装置は、静電潜像を形成する感光体の外周面上の近傍に配置した帯電器、露光器、現像ユニット、転写ユニット、クリーニングユニット等により、帯電、露光、現像、転写、クリーニングの各工程を順次実行させることにより繰返し画像形成を行い、印字画像を出力するものである。また、最近では、クリーニングの工程を現像の工程で同時に行うクリーニングレスのシステムも存在する。
- [0003] 電子写真方式の現像方法としては、粉体のトナーを用いる乾式現像と、液体中にトナーを分散させた現像液を用いる液体現像とがある。このうち乾式現像としては、現像剤としてトナーだけを用いる一成分現像方式と、トナーとキャリア（磁性粒子）とを用いる二成分現像方式とがある。さらに、一成分現像方式は、トナーの磁性の有無に応じて、磁性一成分現像方式と非磁性一成分現像方式とに分類される。
- [0004] 各現像方式において、感光体に接触あるいは近接して現像剤を供給する現像剤担持体として、円柱形状の現像ローラを用いることが一般的に行われている。
- [0005] 例えば、二成分現像方式や磁性一成分現像方式に用いられる現像ローラとしては、キャリアや磁性トナーを担持させるためにマグネットローラを内部に配する必要があることから、内部に空間を有する円筒状基体を用いられる。また、非磁性一成分現像方式に用いられる現像ローラは、円筒状である必要はないため、接触方式においては軟質な有機系のウレタンゴムローラなどが用いられる場合がある一方、接触方式および非接触方式の双方において、軽量化などの理由により、内部に空間を有する円筒状基体も用いられる。

- [0006] 円筒状基体の材質としては、一般に金属が使用されており、二成分現像方式や磁性一成分方式では、内部のマグネットローラによる磁力を妨げないために、非磁性体であるアルミニウム合金が多く使用されている。アルミニウム合金以外としては、例えば、特許文献1に、非磁性オーステナイト系ステンレス鋼鋼管を使用した磁気ブラシ現像用磁石ロールが記載されている。また、特許文献2には、アルミ合金を使用した現像剤担持体(現像ローラ)が記載されているが、鉄合金の使用も示唆されている。さらに、特許文献3には、マンガンを含む0.1〜3重量%含む現像ロール用支持体が記載されている。さらにまた、特許文献4には、オーステナイト系ステンレス鋼の溶接管(電縫管)を使用した現像剤担持体(現像ローラ)が記載されている。
- [0007] 非磁性一成分現像方式においても、加工性に優れるアルミニウム合金が多く使用されている。アルミニウム合金以外としては、例えば、特許文献5に、一成分接触現像方式に用いられる現像ローラとして、鉄系金属、STKM、フェライト系ステンレス合金、SUS430を使用することが記載されているが、これは現像ローラを磁性体にして、トナー規制ローラを弾性体マグネットローラにすることで、当接圧を均一にすることを目的とするものである。
- [0008] また、円筒状金属基体の外周面には、必要に応じて、様々な処理が行われたり、ゴムや樹脂の層が設けられる。さらに、円筒状金属基体の端部には、基体を保持し回転駆動させるために、円筒状金属基体と同軸で小径の中心軸体を設けることが一般に行われる。円筒状基体の端部にかかる中心軸体を設ける方法としては、中心軸体を有する金属フランジを円筒状基体の端部に圧入する方法が知られている。
- [0009] すでに述べたように、非磁性一成分現像方式には、感光体と現像ローラとが接触する非磁性一成分接触現像方式と、感光体と現像ローラとが非接触で近接する非磁性一成分非接触現像方式とがある。このうち非磁性一成分非接触現像方式で用いられる電子写真用現像ローラは、トナー容器から供給ローラを経由して供給されるトナーを現像ローラ上で、所定の薄層にして感光ドラム表面の近傍に搬送し、現像ローラに印加される交流バイアス電圧により、現像ローラとの間にギャップを有する前記感光ドラム表面上の静電潜像にトナーを飛翔させて現像する非接触現像機能を有する。このような非接触現像方式では現像ローラの表面を硬質の金属材料とすることがで

きるので、接触現像の場合に用いられる軟質の有機系のウレタンゴムローラなどに比べると寿命が長いというメリットがある。また、前記非磁性一成分用の現像ローラは現像ローラ内に磁石を必要としないために、磁性トナー用のマグネットローラを有する現像ローラに比べると安価であるというメリットも得られる。しかし、非磁性トナーを現像ローラ上で均一に薄層化することと、安定的に必要な充分な帯電量に、しかも均一にトナーを帯電させて感光ドラム表面近傍に搬送するに適した現像ローラの表面状態を得ることに關しては、難易度が高い。

[0010] 一方、最近、電子写真装置においてもフルカラー化への対応が進展しつつある。これに伴い、フルカラーの電子写真装置において、一成分現像方式の非磁性現像剤が多く用いられるようになってきている。一成分現像方式は、キャリアを用いず現像剤の摩擦帯電量により現像剤を付着、搬送させて現像する方式である。非磁性一成分現像方式は、キャリアを持たないのでメンテナンスが容易であり、現像剤担持体内に磁石を必要としないのでユニットの小型化が可能で、かつ安価であるというメリットがある。

[0011] 非磁性一成分非接触現像方式では、現像剤は、現像ローラの表面に鏡像力により保持され、現像ローラの回転により感光体表面近傍に搬送されて現像が行われる。この鏡像力は、現像剤と、現像ローラの表面および層厚規制部材との摩擦により生ずる現像剤摩擦帯電量に依存するので、現像ローラの表面粗さ(凹凸形成)が極めて重要となる。そのため、現像ローラには、円筒状金属基体の上に樹脂をコーティングしたものや、円筒状金属基体に機械的加工やメッキなどの処理を施したものが用いられており、円筒状金属基体としては、アルミニウム合金が広く使用されている。例えば、特許文献4には、ブラスト処理された現像剤担持体が記載されており、特許文献6には、ブラスト処理した後硬質メッキ処理を施した現像剤支持部材(現像ローラ)が、特許文献2には、ブラスト処理、エッチング処理、無電解メッキを施したアルミ合金、鉄合金を使用した現像剤担持体(現像ローラ)が、夫々記載されている。

[0012] フルカラーの非磁性一成分非接触現像方式の電子写真装置に搭載される感光体ドラムおよび現像ローラに対しては、フルカラー化に必要な原色画像の重ね合わせ精度に対応させるために、感光体ドラムと現像ローラ間のギャップを高度に均一にす

る必要がある。最近のフルカラー用電子写真装置では、感光体ドラムや現像ローラにおける外径振れ特性を軸付状態で $30\mu\text{m}$ 以下、さらには $20\mu\text{m}$ 以下という極めて高い形状精度にすることが求められている。なぜなら、現像ローラの回転駆動時に外径の振れが大きい場合、現像ローラから感光体ドラムへ現像剤を搬送する際に現像ローラと感光体ドラムとの表面距離が一定でなくなるために、潜像画像を形成した感光体ドラムへの現像剤の搬送量が一定でなくなり、これが画像ムラとなって現れるからである。そのため、特に高画質で安定したカラー画像を得る電子写真用画像形成装置に用いる現像ローラについては、寸法精度をより高くすることが必要となってきた。

[0013] 非磁性一成分非接触現像方式用に用いられる現像ローラとしては、例えば、円筒状金属基体と、この基体を保持し回転駆動させるために両端部に圧入嵌合されている中心軸体との組み合わせを主要構成としたものがあるが、このような構成の現像ローラにおいては、円筒体金属基体だけをどれほど高精度に仕上げて、中心軸体の圧入嵌合後に軸合わせなどに狂いが生じて外径振れが大きくなることがあるので、中心軸体の圧入嵌合も、高精度な現像ローラを得る上で極めて重要である。また、円筒状金属基体の両端に前記軸体が圧入嵌合された後、現像ローラの外表面は、サンドブラスト、ショットブラストなどの機械的加工により、所要の表面粗さになるように表面処理され、さらに洗浄処理された後、ニッケルメッキ等の処理を施される場合が多い。この際、中心軸体の嵌合部における気密性が悪いと、洗浄液やメッキ液等が現像ローラ内に浸入することがある。このような浸入液を内部に有する現像ローラをそのまま実使用すると、使用中に浸入液が漏れ出る恐れがあるので、そのような現像ローラはあってはならない不良品である。従って、嵌合部における気密性も、このような構成の現像ローラにとっては必要であって欠くことのできない重要な機能の一つである。

[0014] さらに、前記寸法精度(振れ特性)の高い現像ローラを製造するためには、機械的剛性が高く形状精度(真直度、同軸度)を出し易い素管材料の入手や、加工歪(残留応力の戻り)を低減できる加工方法等がポイントとなる。また、現像剤を摩擦帯電させるために現像ローラの外周表面に所要の表面粗さの凹凸を形成する粗面化表面処理条件の決定や、耐摩耗性(摩擦帯電性能の維持)および耐食性を確保するための

硬質メッキ処理条件の決定等についても重要となる。

- [0015] ここで、電子写真感光体と軸付き現像スリーブとの間のギャップを、軸とスリーブ円筒体とを同時にセンターレス研削することにより、軸方向に均一にして、軸ぶれを小さくする発明についてはよく知られている(特許文献7-0010段落)。
- [0016] また、軸と円筒体の嵌合部の表面にローレットを形成することにより、しめ代(圧入代)を少なくしてスリーブの膨らみを減少させることができ、電子写真感光体と現像スリーブ間のギャップを均一にする発明についても公知である(特許文献8-0011段落)。さらに、軸と現像スリーブ間の結合にしまり嵌めの関係を用いる発明も知られている(特許文献9、10)。

特許文献1:特公平3-1805号公報

特許文献2:特開2003-263019号公報

特許文献3:特開平7-261438号公報

特許文献4:特開平2-54287号公報

特許文献5:特開2004-109525号公報

特許文献6:特公平3-35664号公報

特許文献7:特開平8-74839号公報

特許文献8:特開2001-221227号公報

特許文献9:特開平8-184977号公報

特許文献10:特開平11-216621号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0017] 前記アルミニウム合金からなる円筒状金属基体は、アルミ合金インゴットの押出しまたは引抜き法による成形素管であり、偏肉が大きいので芯出しをするための切削加工を必要とし、削り取る分が多くなることから加工前の素管肉厚を厚くしなければならない。前記寸法精度を満足するためには、難削材であることから機械的剛性が劣るので形状精度(真直度、同軸度)を出すための研削、研磨加工による加工歪(残留応力の戻り)を低減するための特殊な加工方法と加工歪に耐えるために更に素管肉厚を厚くする必要があること等、材料コスト、加工コストがかかり高価なものとなっている。

- [0018] また、前述したように、円筒状金属基体の表面に凹凸を形成する方法としてブラスト処理等が行われているが、アルミニウム合金は機械的剛性が低いので、このような粗面化処理においては、基体表面にかかる加工歪に耐えるためにも肉厚を厚くする必要がある。さらに、現像剤との摩擦帯電性能の維持において、比較的低硬度であるため耐摩耗性の高い材料が求められている。
- [0019] さらにまた、無電解ニッケルメッキ層形成においては、アルミニウム合金は酸化還元電位が卑な材料であり、直接ニッケルが析出されにくく密着性に問題があるため、その対策として、メッキ層を形成する前にジンケート処理(亜鉛合金被膜生成)を施して置換メッキを行っている。従って、安定な皮膜形成が難しいことから、特別な前処理を必要としない材料の選定が求められている。
- [0020] 一方、円筒状金属基体に前記金属フランジを圧入する際に、嵌合部の気密性や固着強度を高めるために嵌合部に接着剤を使用すると、電気的な導通性が悪くなる惧れがある。現像ローラにおいては、中心軸体を介して現像ローラ表面のトナーに交流電圧が印加されるので、中心軸体と円筒状金属基体との間に良好な電気的導通を必要とする。しかし、良好な電気的導通を確保しようと強く嵌合させる目的で、金属フランジの外径と円筒状金属基体内面とのしめ代(圧入代)を多くすると、圧入に大きな力を要するので前記基体に変形を生じさせる惧れがある。基体に変形して基体外径に影響が出ると、前述したように画像に影響を及ぼしかねないので、むやみにしめ代を多くすることはできない。従って、嵌合部における気密性および電気的導通性が良好で、外径振れ精度が確保できる嵌合方法が求められる。
- [0021] 本発明は、以上説明した点に鑑みてなされたものであり、円筒状金属基体の両端部に圧入嵌合される中心軸体の嵌合部における気密性および電気的導通性が良好で、外径振れ精度が良く、カラー画像形成に適した非磁性一成分非接触現像用の電子写真用現像ローラの提供を目的とする。また、本発明は、非磁性一成分トナーを使用したカラー画像形成装置等の現像ローラの材料として比較的安価で、機械的剛性、表面加工性およびメッキ皮膜形成(耐食性)に優れ、さらに所定の寸法精度を満足できる電子写真用現像ローラの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

- [0022] 上記課題を解決するために、本発明の電子写真用現像ローラは、円筒状金属基体と、該円筒状金属基体の開口端部に圧入嵌合された金属フランジとを備えた現像ローラにおいて、該金属フランジが、前記円筒状金属基体の開口端部内面と嵌合する大径部、および該円筒状金属基体と同軸の中心軸体となる小径部を有し、圧入嵌合される前の該大径部の嵌合部表面が、切削加工により形成された円周方向の溝による最大表面粗さ $R_y$ が $25\mu\text{m}$ 乃至 $70\mu\text{m}$ の凹凸形状を有していることを特徴とするものである。
- [0023] また、本発明の他の電子写真用現像ローラは、円筒状金属基体と、該円筒状金属基体の開口端部に圧入嵌合された金属フランジとを備えた現像ローラにおいて、該金属フランジが、前記円筒状金属基体の開口端部内面と嵌合する大径部、および該円筒状金属基体と同軸の中心軸体となる小径部を有し、圧入嵌合される前の前記円筒状金属基体の開口端部内面の嵌合部表面が、切削加工により形成された円周方向の溝による最大表面粗さ $R_y$ が $25\mu\text{m}$ 乃至 $70\mu\text{m}$ の凹凸形状を有していることを特徴とするものである。
- [0024] 本発明において、前記嵌合部には接着剤が用いられていることが好ましく、前記接着剤としては、好適には嫌気性接着剤が用いられる。また、前記円筒状金属基体の開口端部内面にはインロー部が設けられていることが好ましく、前記円筒状金属基体の厚みが $0.75\text{mm}$ 乃至 $2\text{mm}$ であって、かつ、圧入嵌合時のしめ代が $10\mu\text{m}$ 乃至 $60\mu\text{m}$ であることも好ましい。さらに、前記円筒状金属基体および金属フランジは、鋼またはアルミニウム系合金を主要材料とすることが好ましい。特に好ましくは、前記円筒状金属基体が、炭素を $0.25$ 重量%以下、珪素を $0.30$ 重量%以下、および、マンガンを $0.85$ 重量%以下にて夫々含有する炭素鋼鋼管からなるか、または、STKM 11A炭素鋼鋼管(JIS G 3445)からなる。
- [0025] さらに、本発明のさらに他の電子写真用現像ローラは、少なくとも円筒状金属基体を備え、感光体に接触または近接して該感光体表面上に現像剤を供給し、該感光体上に形成された静電潜像を現像する現像ローラにおいて、前記円筒状金属基体が、炭素を $0.25$ 重量%以下、珪素を $0.30$ 重量%以下、および、マンガンを $0.85$ 重量%以下にて夫々含有する炭素鋼鋼管からなることを特徴とするものである。

[0026] さらにまた、本発明のさらに他の電子写真用現像ローラは、少なくとも円筒状金属基体を備え、感光体に接触または近接して該感光体表面上に現像剤を供給し、該感光体上に形成された静電潜像を現像する現像ローラにおいて、前記円筒状金属基体が、STKM11A炭素鋼鋼管(JIS G 3445)からなることを特徴とするものである。

[0027] 前記円筒状金属基体としては、電縫管を用いることも好ましく、また、前記円筒状金属基体に切削加工または研磨加工を施すことや、前記円筒状金属基体の外表面にブラスト処理または金属メッキを施すことも好ましい。前記ブラスト処理が施された円筒状金属基体の外表面に、さらに、金属メッキを施すこともできる。また、前記金属メッキとしては、無電解ニッケルメッキが好適である。前記金属メッキが施された円筒状金属基体の外表面に、さらに、クロメート処理を施してもよい。さらに、前記金属メッキは、あらかじめ亜鉛合金被膜生成処理を行うことなく施すことが可能である。好適には、前記円筒状金属基体の真直度が $15\mu\text{m}$ 以下であり、振れ精度が $20\mu\text{m}$ 以下である。本発明の電子写真用現像ローラは、非磁性一成分非接触現像方式の電子写真装置に好適に用いることができ、特に、カラー用の電子写真装置に、より好適である。

[0028] さらに、本発明の画像形成装置は、前記電子写真用現像ローラを搭載したことを特徴とするものである。

### 発明の効果

[0029] 本発明によれば、円筒状金属基体の両端部に圧入嵌合される金属フランジの嵌合部における気密性および電氣的導通性が良好で、外径振れ精度が良く、カラー画像形成に適した非磁性一成分非接触現像用の電子写真用現像ローラを提供できる。また、本発明によれば、現像ローラの円筒状金属基体の材料を改良したことにより、安価で機械的剛性、表面加工性および耐食性に優れ、所定の寸法精度を満足し、特に、非磁性一成分非接触現像方式のカラー用電子写真装置に使用される現像ユニットに用いる現像ローラとして好適な現像ローラを提供できる。

### 図面の簡単な説明

[0030] [図1](a)は本発明の現像ローラにかかる円筒状金属基体1に金属フランジ5を嵌合



する前の状態を示す断面図、(b)は(a)の金属フランジの正面図である。

[図2](a)は本発明の現像ローラにかかる金属フランジ5を円筒状基体1に圧入嵌合させた後の電子写真用現像ローラの断面図、(b)は(a)の丸印部分の拡大図である。

[図3](a)は従来の円筒状金属基体に金属フランジを嵌合する前の状態を示す断面図、(b)は(a)の金属フランジの正面図である。

[図4]本発明にかかる、現像ユニットを含む電子写真用画像形成装置を示す模式的断面図である。

[図5]本発明にかかる現像ローラの寸法精度(振れ特性)の測定方法を示す概略説明図である。

#### 符号の説明

- [0031] 1 円筒状金属基体  
2 インロー部  
3 大径部  
4 小径部  
5 金属フランジ  
6 旋条部(凹凸形状)  
7 接着剤  
10 電子写真用現像ローラ  
41 感光体  
42 帯電器  
43 露光器  
44 現像ユニット  
44-1 現像ローラ  
44-2 トナー層厚規制部材  
44-3 トナー供給ローラ  
44-4 トナー攪拌部材  
44-5 トナー収容部

- 45 転写ユニット
- 46 被転写用紙
- 47 クリーニングユニット
- 51 円筒状金属基体
- 52 中心軸体(金属フランジ)
- 53 定盤
- 54 コロ受け治具
- 55 ダイヤルゲージ

#### 発明を実施するための最良の形態

[0032] 以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

まず、本発明の現像ローラにおける円筒状金属基体と金属フランジとの嵌合に関して、図1ー図3を用いて説明する。図1(a)は本発明にかかる現像ローラについて、円筒状金属基体1の開口端部内面に設けられたインロー部2に、圧入により金属フランジ5の大径部3が嵌合されることにより、小径部4を前記円筒状基体1と同軸の中心軸体とする前の状態を示す要部断面図である。図1(b)は同図(a)の金属フランジの正面図である。図2(a)は図1の状態から、金属フランジ5を円筒状基体1に圧入嵌合させた後の現像ローラを示す要部断面図である。図2(b)は同図(a)において丸印で示す嵌合部分の拡大図である。図3(a)は従来の現像ローラの金属フランジと円筒状基体との嵌合前の状態を示す要部断面図、同図(b)は従来の金軸フランジであって、カジリ跡のあることを示す正面図である。

[0033] 本発明にかかる現像ローラは、主として、非磁性一成分トナーによる非接触現像方式において用いられるものである。非接触現像については、前述の特許文献7ー10においても説明されているように、電子写真感光体と現像ローラ間にはギャップが存在している。このギャップを介してトナーが交流バイアス電圧下、現像ローラから電子写真感光体表面の静電潜像に飛翔して現像するので、このギャップの距離が現像ローラの軸方向の表面において均一であるかどうか、画質、特にカラー画質に大きく影響する。このギャップの距離を均一にするためには、電子写真感光体と現像ローラ

とを共に、軸付きの金属フランジを付けた状態で回転させた場合(すなわち、実際の回転駆動状態)のそれぞれの円筒体の外径振れが小さいことが必要である。ここで外径振れとは円筒体の両端の下側に基準となるコロをあて、円筒体を一回転させた時の、円筒体の上側の最大振れをいう。測定は円筒体の上側に設置したダイヤルゲージなどで行う。

- [0034] 図1、2に示すような現像ローラ10の円筒状金属基体1と金属フランジ5との結合において、金属フランジ5の円筒状金属基体1に対する結合精度が悪いとき、円筒状金属基体1の両端に金属フランジ5が曲がって(同軸性無く)結合されることがある。このような場合には、現像ローラ10の回転挙動が不規則になり、形成された画像上に円筒状金属基体1の回転周期に応じた濃度むらの現れることがある。また、図3(a)に示すように、円筒状金属基体21と金属フランジ25とが、図3(b)に示すカジリ26によって不均一に圧入されて、現像ローラ20の振れが悪化することもある。さらに、前記カジリ26の結果、できた凹部線状のすきまが嵌合部23を貫通する状態になると、そこから気密性がなくなる惧れが大きい。ここで、カジリ26とは嵌合部において、圧入させる際にいずれか一方の金属面の局部的一部分(例えば、周囲より高硬度の凸部など)が対向する他の金属面を局所的にカジッて、線状凹部を形成することであり、この線状凹部が嵌合部23を貫通すると気密性が失われる。本発明では、旋盤による旋条を嵌合部に形成するので、前述のカジリを途中においてストップさせる効果があるものと推察される。カジリを嵌合部内の途中でストップさせた場合は接着剤を併用することで、気密性を十分に保証することができるようになると思われる。しかし、前述したようなカジリにおいて、嵌合部を貫通した線状凹部が存在する状態では、もはや、たとえ接着剤による気密性向上効果にも限界があつて、気密性を十分に保証することはできないこともわかった。

- [0035] 金属フランジ5の大径部3は、円筒状金属基体1の両端部にそれぞれ嵌合され、また、金属フランジ5の小径部4は、円筒状金属基体1の両端部からそれぞれ外部に向けて突出して中心軸体となる。

- [0036] 円筒状金属基体1の真直度は、 $15\mu\text{m}$ 以下にすることが好ましい。これは、感光ドラムとの相互間のギャップにおいて、軸方向に均一なギャップを保つことにより、良好

な画像を得るために必要だからである。円筒状金属基体1の前記真直度の所望の最終精度は、円筒状金属基体表面を切削又は研磨することにより得られる。金属フランジを圧入嵌合された現像ローラは、トナーへの帯電付与およびトナーの搬送機能を持たせるために円筒表面に、所定のサンドブラスト等の表面処理が施され、さらにニッケルメッキ処理が施される。ニッケルメッキとしては、よく知られた無電解メッキなどを採用することができる。

### 実施例

#### [0037] (実験例1〜8)

前記図1(a)に示す円筒状金属基体1としては、長さ350mm、外径18.00mm、内径16.00mmの炭素鋼鋼管(STKM11A)を用い、両端部に内径16.12mmインロー部を形成する。同図金属フランジ5としては、快削鋼(SUM24)の丸棒を切削などにより加工し、大径部3の外径を16.17mm、小径部4の外径を10.00mmの形状にする。この場合の前記インロー部内面と前記嵌合部外径とのしめ代は約 $50\mu\text{m}$ (前記嵌合部外径、インロー部内径共正確には許容寸法誤差があるので、約とした)である。さらに、金属フランジ5の大径部3の外径(嵌合部表面)に旋盤加工により、最大表面粗さ $R_y$ が25から $45\mu\text{m}$ で、ピッチが100から $300\mu\text{m}$ の旋条部6を形成する。その後、この金属フランジ5の大径部3の旋条部6に、接着剤7として嫌気性接着剤(商品名ロックタイト638 ヘンケルジャパン社製)を塗布し、前記円筒状金属基体1のインロー部2に圧入により嵌合させる。前記接着剤7と圧入嵌合とを併用することにより、気密性不良をほぼ完全になくことができると共に、接着剤7が図2(b)に示すように旋条凹部を埋めることにより、旋条凸部は接着剤7に覆われなくなるので、電気的導通性にも問題がないことが判明した。接着剤7との併用による圧入嵌合後の現像ローラ10を解体して調べたところ、接着剤7が旋条部6の凹部や部分的なカジリ凹部にも浸入し気密性を高くしていることが分かった。接着剤7としては、前述のロックタイト638の他に、嫌気性の、嵌め合い用、ネジのゆるみ止め用やシアノアクリレート系の瞬間接着剤も使用可能である。以上説明したような切削による旋条部6の形成は、ローレット加工のような切削とは異なる別工程を組むことなく、切削によるフランジ形状への通常の加工の延長として、大径部3の表面への旋条部6の形成を追加するだ

けでよい利点がある。また、前述の現像ローラ10に用いた鉄系の金属以外の金属として、アルミニウム合金などを使用してもよい。前記説明ではインロー部2を形成したが、インロー部2は同軸精度を高めるためにはあった方が好ましいが、無くすこともできる。

[0038] 前述の各鉄系材料を用い、約 $50\mu\text{m}$ のしめ代を設けた場合の円筒状金属基体と金属フランジについて、嵌合部表面に形成した旋盤による旋条部の形成条件について、本発明の目的を満たす上で適切な旋条条件を見つけるために、下記実験を行った。

[0039] (実験例1)

旋条条件として、最大表面粗さ $R_y$ を $22\mu\text{m}$ 、ピッチ間隔 $115\mu\text{m}$ とし、その他の条件は前述と同様にして、現像ローラを製作した。

[0040] (実験例2)

旋条条件として、最大表面粗さ $R_y$ を $25\mu\text{m}$ 、ピッチ間隔 $148\mu\text{m}$ とし、その他の条件は前述と同様にして、現像ローラを製作した。

[0041] (実験例3)

旋条条件として、最大表面粗さ $R_y$ を $31\mu\text{m}$ 、ピッチ間隔 $180\mu\text{m}$ とし、その他の条件は前述と同様にして、現像ローラを製作した。

[0042] (実験例4)

旋条条件として、最大表面粗さ $R_y$ を $42\mu\text{m}$ 、ピッチ間隔 $216\mu\text{m}$ とし、その他の条件は前述と同様にして、現像ローラを製作した。

[0043] (実験例5)

旋条条件として、最大表面粗さ $R_y$ を $45\mu\text{m}$ 、ピッチ間隔 $217\mu\text{m}$ とし、その他の条件は前述と同様にして、現像ローラを製作した。

[0044] (実験例6)

旋条条件として、最大表面粗さ $R_y$ を $70\mu\text{m}$ 、ピッチ間隔 $250\mu\text{m}$ とし、その他の条件は前述と同様にして、現像ローラを製作した。

[0045] (実験例7)

旋条条件として、最大表面粗さ $R_y$ を $80\mu\text{m}$ 、ピッチ間隔 $300\mu\text{m}$ とし、その他の条

件は前述と同様にして、現像ローラを製作した。

[0046] (実験例8)

旋条条件として、最大表面粗さ $R_y$ を $80\mu\text{m}$ 、ピッチ間隔 $350\mu\text{m}$ とし、その他の条件は前述と同様にして、現像ローラを製作した。

[0047] (従来の現像ローラ)

従来のフランジ嵌合部の表面粗さは、最大表面粗さ $R_y$   $5.5\mu\text{m}$ 、ピッチ間隔 $37\mu\text{m}$ であり、この通常の切削加工面をそのままの状態、円筒状基体に圧入させて現像ローラを製作した。

[0048] 以上の実験例1から8の現像ローラと従来の現像ローラについて、外径の変形、円筒状基体とフランジとの電氣的導通性、気密性、機械的強度についてそれぞれ測定した。表面粗さの測定は、JIS B 0601-1994に従い、カットオフ $0.8\text{mm}$ 、測定距離 $4\text{mm}$ 、スキャンスピード $0.5\text{mm/秒}$ にて行った。その結果を下記の表1中に示す。

[0049] [表1]

	最大表面 粗さ $R_y$ ( $\mu\text{m}$ )	ピッチ間 隔 ( $\mu\text{m}$ )	外径変形 ( $\mu\text{m}$ )	電氣的導 通	気密性	機械的強 度
従来例	5.5	37	10	$\Delta$	$\times$	$\bigcirc$
実験例1	22	115	5	$\bigcirc$	$\times$	$\bigcirc$
実験例2	25	148	3.5	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
実験例3	31	180	3.5	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
実験例4	42	216	3.5	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
実験例5	45	217	3	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
実験例6	70	250	3	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
実験例7	80	300	3	$\bigcirc$	$\Delta$	$\times$
実験例8	80	350	3	$\bigcirc$	$\times$	$\times$

[0050] 表1から、従来の現像ローラは嵌合部表面の表面粗さが少なすぎるために、嵌合の際に約 $50\mu\text{m}$ のしめ代による円筒状金属基体に及ぼす影響が非常に大きく、圧入にも大きい力が必要となる。そのために円筒状金属基体の外表面にふくらみなどの変形( $10\mu\text{m}$ )が生じる。また、カジリが発生して、気密性に問題が生じていることが分かる。さらに接着剤を塗布すると電氣的導通性にも問題が出るものがあった。

[0051] 一方、実験例1のように最大表面粗さ $R_y$ が $22\mu\text{m}$ の場合、気密性が良くなかった

ので調べてみるとカジリによる気密不良であることが分かった。実験例2〜6のように最大表面粗さ $R_y$ が $25\mu\text{m}$ から $70\mu\text{m}$ の場合、カジリもなく気密性に問題がなかっただけでなく、円筒状基体の外表面の変形、電氣的導通、機械的強度のいずれにも問題がなかった。実験例7、8の場合、最大表面粗さ $R_y$ が $80\mu\text{m}$ と大きいためと思われる気密性の問題が生じた。また、機械的強度にも問題が出始めることが分かる。

[0052] 以上の実験においては、旋条部を金属フランジの嵌合部にあたる大径部の表面に形成してきたが、円筒状金属基体の嵌合部にあたる開口端部内面、またはそこに設けたインロー部に形成してもよい。また、円筒状金属基体の厚みは前記実験における $1\text{mm}$ の場合だけでなく、 $0.75$ 乃至 $2\text{mm}$ の範囲において、同様の効果が得られることを確認した。さらにしめ代についても、前記実験例では、約 $50\mu\text{m}$ の場合について本発明の効果を説明したが、 $10$ 乃至 $60\mu\text{m}$ の範囲の場合に本発明の効果が認められることを確認した。

[0053] 次に、本発明の現像ローラの円筒状金属基体の材料に関して、図4、図5に基づき説明する。

図4は、現像ユニットを含む電子写真用画像形成装置の要部模式的断面図を示す。図示する画像形成装置は、感光体41の外周面上の近傍に配置される帯電器42、露光器43、現像ユニット44、転写ユニット45、クリーニングユニット47等の各電子写真用プロセスユニットと、別途配置される被転写用紙46の定着装置(図示せず)等により、順次前記各プロセスを実行することにより繰返し画像を形成し、印字画像を出力する。画像形成用の現像ユニット44は、トナー収容部44-5と、トナー攪拌部材44-4と、現像ローラ44-1上にトナーを搬送する供給ローラ44-3と、トナーの薄層を形成するための層厚規制部材44-2と、現像ローラ44-1とにより構成されている。

[0054] また、図5は、本発明の現像ローラの寸法精度(振れ特性)の測定方法を示す。図示する現像ローラは、円筒状金属基体51(図1中の符号1に相当)の両端に中心軸体52(図1中の符号4に相当)を有する金属フランジ(図1中の符号5に相当、図示せず)が圧入され、中心軸体52が現像ユニット(図4中の符号44に相当、図示せず)の本体に軸受けを介して固定されて回転する構造となっている。

[0055] 現像ローラ(図2中の符号10および図4中の符号44-1に相当)の寸法精度は、円

筒状金属基体の両端に金属フランジを圧入した状態で、中心軸体の外径を基準として現像ローラを一回転させた時の円筒状金属基体の上側の最大振れの大きさに基づき、振れ特性として要求される。具体的には、定盤53の上にコロ受け治具54を配置し、中心軸体52の外径をコロ受け治具54の上にセットし、現像ローラを一回転させながら、円筒状金属基体51における軸方向3箇所(測定点L、M、R)について、ダイヤルゲージ55の最大振れを測定する。

[0056] (円筒状金属基体の材料選定と寸法精度の確認)

非磁性一成分現像剤を用いた電子写真用画像形成装置に用いる現像ローラの円筒状金属基体として、磁力による搬送手段を持たないことから比較的安価で機械的剛性の高い磁性金属の機械的構造用炭素鋼鋼管に着目した。機械的構造用炭素鋼鋼管は、鉄に炭素、珪素、マンガン等を添加した鋼材であり、加工性を保ちつつ機械的剛性(引張強さ、伸び等)を向上させている。円筒状金属基体の表面に形成する凹凸の耐摩耗性に対して比較的硬度が高く有効である。また、無電解ニッケルメッキ形成において炭素鋼鋼管は触媒活性な金属で特別な前処理を必要としない材料である。

[0057] 下記の表2に、JIS G 3445で規定する機械的構造用炭素鋼鋼管およびJIS H 4080で規定するアルミニウム合金JIS 6063について、主要な化学成分と機械的性質を示す。

[0058] [表2]



	化学成分 (重量%)			機械的性質		
	炭素 C	珪素 Si	マンガン Mn	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	縦方向 伸び(%)	偏平性H (D : 径)
STKM11A	0.12以下	0.35以下	0.60以下	290以上	35以上	1/2D
STKM12A	0.20以下	0.35以下	0.60以下	340以上	35以上	2/3D
STKM13A	0.25以下	0.35以下	0.30～0.90	370以上	30以上	2/3D
STKM14A	0.30以下	0.35以下	0.30～1.00	410以上	25以上	3/4D
STKM15A	0.25～0.35	0.35以下	0.30～1.00	470以上	22以上	3/4D
STKM16A	0.35～0.45	0.40以下	0.40～1.00	510以上	20以上	7/8D
STKM17A	0.45～0.55	0.40以下	0.40～1.00	550以上	20以上	7/8D
STKM18A	0.18以下	0.55以下	1.50以下	440以上	25以上	7/8D
STKM19A	0.25以下	0.55以下	1.50以下	490以上	23以上	7/8D
STKM20A	0.25以下	0.55以下	1.60以下	540以上	23以上	7/8D
アルミニウム合金* JIS 6063	—	0.02～0.6	0.10以下	120以上	12以上	

\*) アルミニウム合金の化学成分には、表に示す他、鉄、銅、マグネシウム、クロム、亜鉛等が含まれる。

[0059] 上記の表2に示すように、炭素鋼鋼管は、主要な化学成分の炭素(C)が0.55重量%以下、珪素(Si)が0.55重量%以下、マンガン(Mn)が1.6重量%以下の範囲で10種類に分類されている。

まず、円筒状金属基体の材料として、上記表2に示す炭素鋼鋼管の中で比較的機械的剛性の高いSTKM16Aを選定し、電縫管を入手した。この電縫管に形状精度(真直度)を出すため研磨加工を行い、現像ローラの製作を行った。従来のアルミニウム合金製と炭素鋼鋼管製とで前記寸法精度が得られるか比較確認した結果、円筒状金属基体がアルミニウム合金製の場合、機械的剛性が低いため肉厚約4.0～5.0mmの素管が必要になるが、炭素鋼鋼管製の場合には、機械的剛性が高いため肉厚約1.0～2.5mmの薄肉素管で達成できることを確認した。

[0060] (表面凹凸の形成)

現像ローラの表面上に凹凸を形成する粗面化処理は、非磁性一成分現像剤の摩擦帯電量を確保するための重要な製造工程となる。粗面化処理方法としては、ブラ

スト処理が用いられる。ブラスト処理には、乾式と湿式があるが、ここでは、乾式のブラスト処理である砥粒を使用したサンドブラスト処理とした。そして、種々の砥粒、粗面化処理条件の組み合わせでの凹凸形成と実機での摩擦帯電性能(画像品質)との相関を確認しながら、所要の表面粗さ(Rz)を決定した。サンドブラスト処理の製造因子は、炭素鋼鋼管の素材に適合した砥粒の選定から始まり、砥粒を噴射するノズル径と噴射圧力、ノズルワーク間距離、ワーク回転数、加工時間等があり、これらの条件設定を行った。砥粒の選定において、アルミニウム合金ではアルミナまたはガラスビーズ等が採用されているが、従来の砥粒では所要の凹凸形成ができなかった。炭素鋼鋼管では比較的硬度が高いことからより硬度の高い砥粒が求められ、トナーを摩擦帯電させるために必要な所要の凹凸形状を形成する点からは硬度の高い砥粒と低い砥粒とのブレンドが最も適合していた。さらに、表面に噴射する砥粒の圧力による内部応力の開放により、アルミニウム合金の薄肉素管では加工後寸法精度の低下が起きるが、炭素鋼鋼管の薄肉素管では粗面化処理前後での変化に問題がないことを確認した。

[0061] (硬質メッキ層の形成)

現像ローラの円筒状金属基体表面に形成した凹凸の耐磨耗性(摩擦帯電性能の維持)および耐食性のために、硬質メッキ処理条件を設定した。硬質メッキは、無電解Ni-Pメッキ層を形成することとしたが、無電解Ni-Bメッキ、無電解Crメッキ等の他の硬質メッキが適用可能である。無電解メッキは金属塩を含む水溶液から金属イオンを還元して素地表面に析出させることにより成膜する方法であり、成膜する素材によって還元剤を使用する自己触媒メッキと溶液中の金属イオンと素地金属間の置換反応を利用する置換メッキとに大別される。アルミニウム合金は酸化還元電位が卑な材料で、直接ニッケルが析出されにくく、密着性に問題があるため、その対策としてメッキ層を形成する前にジンケート処理(亜鉛合金被膜生成)を施して前記置換メッキを行っている。また、鉄合金の中でもクロムやニッケルを添加した高耐食性の金属は表面に強固な不動態皮膜が形成されており活性化しても直ちに不動態皮膜が形成されるため、活性化後速やかに電析によるニッケルストライクメッキを施してから無電解ニッケルメッキをする必要がある。従って、工程管理が複雑となり安定な皮膜形成が

難しいことから、特別な前処理を必要としない材料の選定を行った。炭素鋼鋼管は触媒活性な金属で特別な前処理を必要とせず、比較的メッキしやすい材料である。

- [0062] 無電解Ni-Pメッキの成膜条件は、メッキ液のリン濃度と還元剤の他に緩衝剤、錯化剤、安定剤等の添加剤の決定と、膜質、成膜速度を決定するメッキ浴液のpHと温度の管理が重要である。メッキ液のリン濃度については、リン含量が8〜10重量%以上では非晶質皮膜となり、内部応力の低い緻密な膜質となって硬さを増し、機械的性質と耐磨耗性が向上する。また、無電解ニッケルメッキは耐食性の高いメッキ膜とされているが、素材の組成、表面状態、平滑性、メッキ浴組成、皮膜厚さ等により耐食性が大きく変わる。素材の組成については、炭素鋼鋼管とすることにより比較的安定したメッキ層形成を実現した。メッキ層を形成した現像ローラは、表面に汚れ(シミ)が付着しやすく、また、長期放置されたメッキ膜表面は酸化され変色が生じることがある。しかもこのような汚れや変色は画像品質に影響を及ぼすという問題がある。さらに、表面状態と皮膜厚について、ブラストによる粗面化処理で形成された凹凸を忠実に再現するためにメッキ膜厚を薄くすると、錆が発生することがある。この防錆対策として、無電解Ni-Pメッキ層形成後、クロム酸を主成分とする混酸に浸漬してクロメート処理を行っている。クロメート処理は、耐食性向上と錆の発生を防ぎ、汚れをつきにくくする効果がある。

[0063] (量産性の確認)

前記(円筒状金属基体の材料選定と寸法精度確認)において、炭素鋼鋼管のSTKM16Aを選定して所要の寸法精度が得られることを確認した。続いて、(表面凹凸の形成)、(硬質メッキ層の形成)等において量産性を確認する中で、表面凹凸形成のサンドブラスト処理により表面粗さ(十点平均粗さRz)のバラツキが大きくなり安定しないことがわかり、さらに、基体表面に無電解Ni-Pメッキ層を形成して画像出しを行ったところ、白紙コピー上に黒点の画像障害となるものが出た。この画像障害個所に対応する現像ローラの表面を顕微鏡観察した結果、微小なスクラッチがあり、トナーが固着していることが確認された。STKM16Aは化学成分の炭素、珪素およびマンガンの添加量が比較的多いことから機械的剛性については向上して寸法精度を満足しているが、材質が硬すぎてサンドブラスト処理における表面加工性が低下している

ことが考えられ、改めて化学成分添加量の最適な材料選定が必要となった。

[0064] (実験例9)

外径  $\phi$  18mm、長さ350mm、内径  $\phi$  16.00mmの電縫管からなる機械的構造用炭素鋼鋼管 STKM16A(泉鋼管株式会社製)を用いて、両端部にインロー部( $\phi$  16.12mm、長さ10mm)を形成して、円筒状金属基体を作製した。

[0065] 金属フランジとしては快削鋼(SUM24)の丸棒を使用し、切削加工により大径部(外径  $\phi$  16.17mm、長さ8mm)および小径部(外径  $\phi$  10.00mm、長さ25mm)を夫々加工形成したもの(金属フランジA)と、小径部の長さを42mmとした以外は金属フランジAと同様に加工したもの(金属フランジB)を作製した。

[0066] 次に、上記金属フランジAと金属フランジBの大径部外表面に、実験例4と同様の旋条条件にて切削加工による円周方向の溝からなる凹凸を形成し、この凹凸部分に嫌気性接着剤(商品名ロックタイト638 ヘンケルジャパン社製)を塗布して、次いで、この両金属フランジの大径部と上記各円筒状金属基体の両端のインロー部とが嵌合するように、両金属フランジを円筒状金属基体に圧入した。

[0067] 次に、各円筒状金属基体の外周表面に、表面粗差(Rz)の平均値が $7\mu\text{m}$ になるようにサンドブラスト処理を行って凹凸を形成し、洗浄処理後、無電解Ni-Pメッキ層を膜厚 $3.0\mu\text{m}$ にて形成し、その後クロメート処理を行って、現像ローラを作製した。

[0068] (実験例10)

円筒状金属基体として、外径  $\phi$  18mm、長さ350mm、内径  $\phi$  16.00mmのアルミニウム合金JIS 6063材の継目無管を用い、無電解Ni-Pメッキ層を形成する前に亜鉛合金被膜生成処理を行い、クロメート処理を行わないこと以外は実験例9と同様にして現像ローラを作製した。

[0069] (評価)

以下の項目について、各実験例の現像ローラの評価を行った。

(1) 寸法精度(振れ特性)の評価

上記表2に示す主要化学成分の添加量により、機械的剛性(引張強さ、伸び)を向上させ、所定の寸法精度を満足しているかを確認することを目的として、各実験例の現像ローラの寸法精度を、図5に示すようにして測定した。具体的には、前述したよう

に、円筒状金属基体に金属フランジを圧入した状態で、中心軸体の外径を基準として(コロ受け治具上にセット)、現像ローラを一回転させた時の円筒状金属基体の上側に設置したダイヤルゲージによる振れ測定を軸方向3箇所(測定点L、M、R)にて行い、3箇所の平均値を個々の測定値とした。結果は、各実験例について、n=20本の最小値ー最大値の値で示す。

[0070] (2) 表面加工性の評価

凹凸形成のためのサンドブラスト処理における表面加工性を確認することを目的として、各実験例のサンドブラスト処理後の円筒状金属基体の表面粗さをJIS B 0601-1994に従った十点平均粗さ(Rz)にて測定し、各実験例について、n=20本のRzのバラツキを最大値と最小値の差で示した。十点平均粗さ(Rz)の測定はカットオフ0.8mm、測定距離4mm、スキャンスピード0.5mm/秒にて行った。

[0071] (3) 耐食性の評価

各実験例の現像ローラを、35℃、塩水噴霧による5%NaCl空气中飽和蒸気中に24時間放置して、各実験例n=20本の錆発生の有無を確認した。

[0072] (4) 画像評価

耐食性評価後の各実験例の現像ローラを非磁性一成分非接触現像方式のカラー電子写真装置に組み込み、各種パターン画像を普通紙に印字し、印字画像品質を確認した。また、印字画像障害発生箇所に対応する現像ローラ表面の顕微鏡観察を行った。

[0073] 下記の表3に、実施例9、10の現像ローラにおけるサンドブラスト処理前後の寸法精度を比較した評価結果を示す。

[0074] [表3]

	円筒状金属基体	(1) 振れ特性 [ $\mu\text{m}$ ]	
		サンドブラスト 処理前	サンドブラスト 処理後
実験例 9	炭素鋼鋼管(STKM16A)	10~15	11~16
実験例 10	アルミニウム合金(JIS 6063)	22~29	27~35

[0075] 評価結果から、アルミニウム合金より炭素鋼鋼管の方が寸法精度が良く、粗面化処

理後の変化も少ないことがわかる。

[0076] (実験例11～14)

円筒状金属基体として、外径 $\phi$  18 mm、長さ350mm、内径 $\phi$  16.00mmの電縫管からなる機械的構造用炭素鋼鋼管STKM11A(実験例11)、STKM13A(実験例12)、STKM14A(実験例13)、STKM19A(実験例14)(泉鋼管株式会社製)を夫々用いた以外は、実験例9と同様にして現像ローラを作製した。

[0077] 下記の表4に、実験例9および実験例11～14の現像ローラの寸法精度(振れ特性)、表面加工性、耐食性および画像評価の各評価結果を示す。

[0078] [表4]

	円筒状 金属基体 (炭素鋼鋼管)	(1) 振れ特性 [ $\mu$ m]	(2) 表面粗さ(Rz) のバラツキ[ $\mu$ m]	(3) 耐食性	(4) 画像性
実験例 9	STKM16A	11～16	1.8	4/20 本錆確認	黒点、濃度ムラ
実験例 11	STKM11A	12～18	1.0	錆発生なし	良好
実験例 12	STKM13A	12～18	0.9	錆発生なし	良好
実験例 13	STKM14A	12～17	0.8	錆発生なし	良好
実験例 14	STKM19A	11～18	1.3	錆発生なし	濃度ムラ

[0079] 評価結果は、実験例9、実験例11～14については、ともに寸法精度(振れ特性)に有意な差が見られなかった。また、実験例9、14において、凹凸形成の粗面化処理で表面粗さRzのバラツキが大きくなり、画像障害として黒点、濃度ムラが確認された。さらに、実験例9においては、画像障害発生個所に対応する現像ローラ表面の顕微鏡観察でスクラッチの発生が見られ、耐食性評価試験によって発生したと思われる錆が確認された。従って、実験例11～13の現像ローラが、寸法精度、表面加工性および耐食性をいずれも満足し、画像障害がなく好適である。

[0080] 下記の表5に、実験例9および実験例11～14で用いた炭素鋼鋼管の蛍光X線分析による化学成分の分析値を示す。

[0081] [表5]

	化学成分 (wt%)				
	炭素 C	珪素 Si	マンガン Mn	リン P	イオウ S
実験例 9 (STKM16A)	0.42	0.35	0.88	0.019	0.006
実験例 11 (STKM11A)	0.06	0.15	0.34	0.019	0.004
実験例 12 (STKM13A)	0.15	0.23	0.56	0.018	0.005
実験例 13 (STKM14A)	0.25	0.30	0.85	0.020	0.004
実験例 14 (STKM19A)	0.20	0.44	1.30	0.017	0.005

[0082] 上記結果から、以下のようなことがわかる。

1) 実験例9および実験例11～14は、寸法精度(振れ精度)が、ほぼ同等である。このことから、今回実験を行った化学成分の範囲内においては、炭素鋼鋼管は、添加される化学成分の量によらず、現像ローラの円筒状金属基体として十分な機械的剛性を有していると考えられる。よって、炭素鋼鋼管は、現像ローラの円筒状金属基体として好適である。

[0083] 2) 実験例9は、錆が発生しており、耐食性に劣る。このことから、炭素の添加量が、耐食性に関係していると考えられる。実験例11～実験例13は、耐食性が良好であることから、炭素の添加量は、0.25重量%以下がより好適である。炭素の添加量が多いと、硬過ぎて、サンドブラスト処理における表面加工性に劣り、そのため、スクラッチが発生し、その部分がメッキによる被覆が十分なされずに錆が発生すると推測される。そして、画像評価においては、錆発生部分にトナーが固着し、黒点が発生したと推測される。

[0084] 3) 実験例14は、炭素の添加量が0.25重量%以下であるにも関わらず、表面粗さのバラツキが大きく、サンドブラスト処理における表面加工性が劣る。このことから、珪素およびマンガンの添加量が、サンドブラスト処理における表面加工性に関係していると考えられる。実験例11～実験例13は、表面粗さのバラツキが小さいことから、珪素の添加量は、0.30重量%以下がより好適であり、マンガンの添加量は、0.85重量%以下がより好適である。そして、画像評価においては、表面粗さのバラツキが、濃

度ムラの原因になったと推測される。

[0085] 4)また、リン、イオウの若干の添加は、加工性を向上させていると思われる。

[0086] 鋼管の製造方法としては、継目無管または継目有管(溶接管)のいずれでも使用できるが、継目無管は偏肉が大きく、芯出し加工が必要となり厚肉素管が必要になること、形状精度(真直度、同軸度)を出すために多くの加工工程が必要となること等からコスト高となる。高寸法精度の現像ローラを製造するためには、均一の厚さの鋼板を丸めて両端部を高周波溶接等により接合した電縫管(溶接管)が有効である。かかる電縫管は、偏肉が少なく形状精度が高いことから素管としての材料コストが低減でき、また、薄肉管でも寸法精度が出し易いことから現像ローラとして寸法精度を出すための加工コストの低減も可能となる。さらに、電縫管を、前記の化学成分の適正な炭素鋼鋼管で製造することにより、加工歪(残留応力)の戻りの影響が少なく、より高い寸法精度の現像ローラが実現できた。

[0087] 前記寸法精度を満足するには、円筒状金属基体が、切削または研磨され、厚さが0.75〜2.0mmで、真直度が $15\mu\text{m}$ 以下の炭素鋼鋼管であることが好ましい。

[0088] 円筒状金属基体の炭素鋼鋼管としての肉厚は0.75〜2mmの範囲であり、現像ローラとして適用する場合、0.75mmより薄いと機械的剛性が低下して寸法精度が得られなくなる。一方、肉厚が2mmより厚いと機械的剛性は満足するが、重量および材料コスト等の観点から、肉厚2mmを上限とした。さらに、寸法精度を満足するには、真直度 $15\mu\text{m}$ 以下が必要となる。



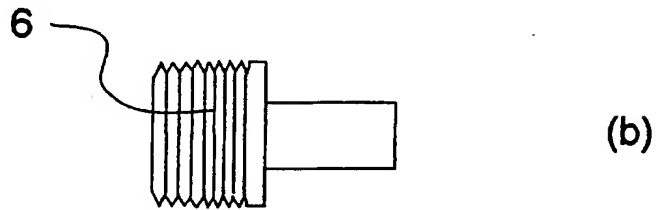
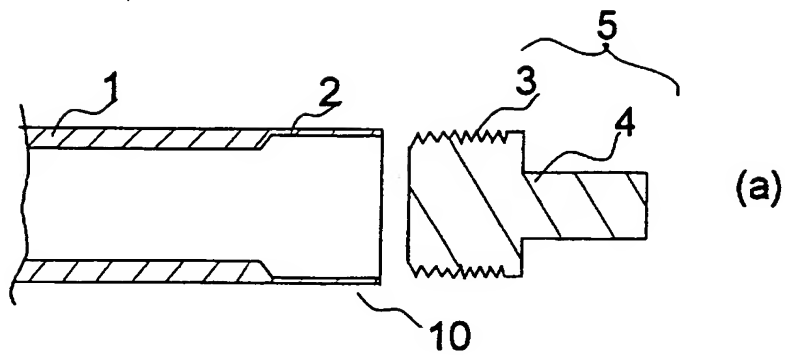
## 請求の範囲

- [1] 円筒状金属基体と、該円筒状金属基体の開口端部に圧入嵌合された金属フランジとを備えた現像ローラにおいて、該金属フランジが、前記円筒状金属基体の開口端部内面と嵌合する大径部、および該円筒状金属基体と同軸の中心軸体となる小径部を有し、圧入嵌合される前の該大径部の嵌合部表面が、切削加工により形成された円周方向の溝による最大表面粗さ $R_y$ が $25\mu\text{m}$ 乃至 $70\mu\text{m}$ の凹凸形状を有していることを特徴とする電子写真用現像ローラ。
- [2] 円筒状金属基体と、該円筒状金属基体の開口端部に圧入嵌合された金属フランジとを備えた現像ローラにおいて、該金属フランジが、前記円筒状金属基体の開口端部内面と嵌合する大径部、および該円筒状金属基体と同軸の中心軸体となる小径部を有し、圧入嵌合される前の前記円筒状金属基体の開口端部内面の嵌合部表面が、切削加工により形成された円周方向の溝による最大表面粗さ $R_y$ が $25\mu\text{m}$ 乃至 $70\mu\text{m}$ の凹凸形状を有していることを特徴とする電子写真用現像ローラ。
- [3] 前記嵌合部に接着剤が用いられていることを特徴とする請求項1または2記載の電子写真用現像ローラ。
- [4] 前記接着剤が嫌気性接着剤であることを特徴とする請求項3記載の電子写真用現像ローラ。
- [5] 前記円筒状金属基体の開口端部内面にインロー部が設けられていることを特徴とする請求項1〜4のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [6] 前記円筒状金属基体の厚みが $0.75\text{mm}$ 乃至 $2\text{mm}$ であって、かつ、圧入嵌合時のしめ代が $10\mu\text{m}$ 乃至 $60\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1〜5のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [7] 前記円筒状金属基体および金属フランジが、鋼またはアルミニウム系合金を主要材料とすることを特徴とする請求項1〜6のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [8] 前記円筒状金属基体が、炭素を $0.25$ 重量%以下、珪素を $0.30$ 重量%以下、および、マンガンをも $0.85$ 重量%以下にて夫々含有する炭素鋼鋼管からなることを特徴とする請求項1〜6のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。

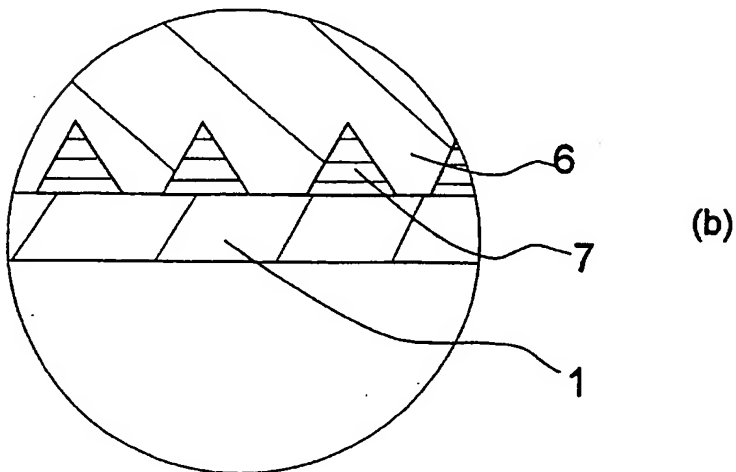
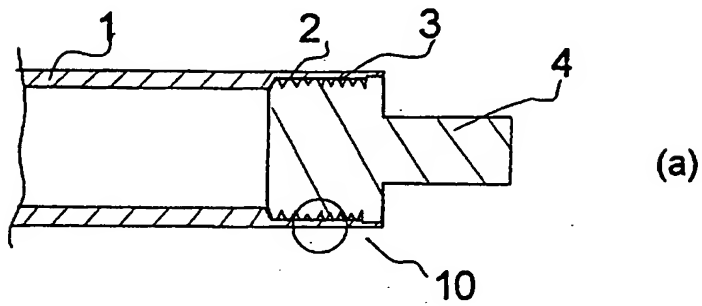
- [9] 少なくとも円筒状金属基体を備え、感光体に接触または近接して該感光体表面上に現像剤を供給し、該感光体上に形成された静電潜像を現像する現像ローラにおいて、前記円筒状金属基体が、炭素を0.25重量%以下、珪素を0.30重量%以下、および、マンガンを0.85重量%以下にて夫々含有する炭素鋼鋼管からなることを特徴とする電子写真用現像ローラ。
- [10] 前記円筒状金属基体が、STKM11A炭素鋼鋼管(JIS G 3445)からなることを特徴とする請求項1〜6のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [11] 少なくとも円筒状金属基体を備え、感光体に接触または近接して該感光体表面上に現像剤を供給し、該感光体上に形成された静電潜像を現像する現像ローラにおいて、前記円筒状金属基体が、STKM11A炭素鋼鋼管(JIS G 3445)からなることを特徴とする電子写真用現像ローラ。
- [12] 前記円筒状金属基体が、電縫管であることを特徴とする請求項1〜11のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [13] 前記円筒状金属基体が、切削加工または研磨加工が施されていることを特徴とする請求項1〜12のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [14] 前記円筒状金属基体の外表面にブラスト処理が施されていることを特徴とする請求項1〜13のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [15] 前記円筒状金属基体の外表面に金属メッキが施されていることを特徴とする請求項1〜13のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [16] 前記ブラスト処理が施された円筒状金属基体の外表面に、さらに、金属メッキが施されていることを特徴とする請求項14記載の電子写真用現像ローラ。
- [17] 前記金属メッキが、無電解ニッケルメッキであることを特徴とする請求項15または16記載の電子写真用現像ローラ。
- [18] 前記金属メッキが施された円筒状金属基体の外表面に、さらに、クロメート処理が施されていることを特徴とする請求項15〜17のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [19] 前記金属メッキが、あらかじめ亜鉛合金被膜生成処理を行うことなく施されていることを特徴とする請求項15〜18のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。

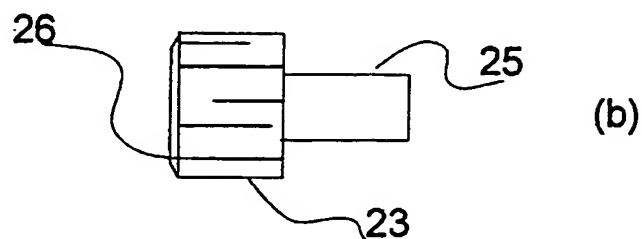
- [20] 前記円筒状金属基体の真直度が $15\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1～19のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [21] 前記円筒状金属基体の振れ精度が $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1～20のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [22] 非磁性一成分非接触現像方式の電子写真装置に用いられることを特徴とする請求項1～21のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [23] カラー用の電子写真装置に用いられることを特徴とする請求項1～22のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラ。
- [24] 請求項1～23のうちいずれか一項記載の電子写真用現像ローラを搭載したことを特徴とする画像形成装置。

[図1]

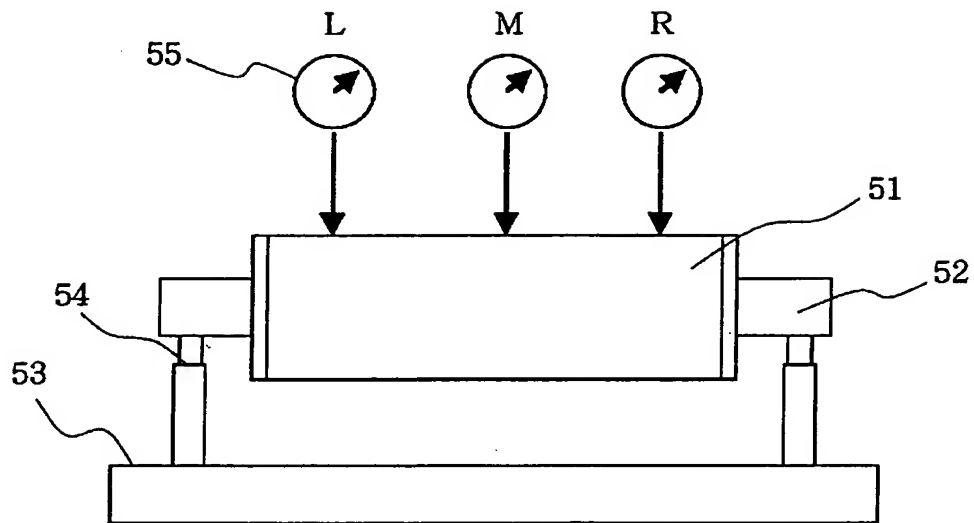


[図2]





[図5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G03G15/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G03G15/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-249416 A (Ricoh Co., Ltd.), 17 September, 1999 (17.09.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-24
Y	JP 2001-221227 A (Canon Inc.), 17 August, 2001 (17.08.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-24
Y	JP 2003-91198 A (Canon Inc.), 28 March, 2003 (28.03.03), Full text; all drawings (Family: none)	8-9, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
24 December, 2004 (24.12.04)

Date of mailing of the international search report  
11 January, 2005 (11.01.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/014970

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-125370 A (TDK Corp.), 11 May, 2001 (11.05.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-24



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**